

## KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: 100234330 B1  
 (43)Date of publication of application: 16.09.1999

(21)Application number: 1019970050377  
 (22)Date of filing: 30.09.1997

(71)Applicant: SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.  
 (72)Inventor: CHOI, HYEONG JIN  
 DO, SANG HYEON  
 KIM, DONG GYU

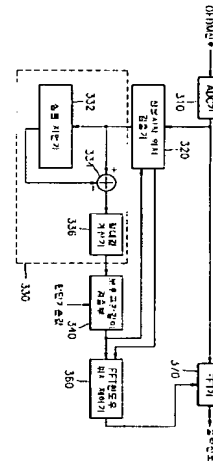
(51)Int. Cl. H04J 1/05

(54) KIND OF GUARD INTERVAL DETECTING DEVICE OF OFDM SYSTEM RECEIVER AND METHOD THEREOF

(57) Abstract:

PURPOSE: A kind of a guard interval detecting device of an OFDM (orthogonal frequency division modulation) system receiver and a method thereof are provided to perform an exact FFT(fast fourier transform) window recovery by searching a length of a various guard interval automatically.

CONSTITUTION: A kind of a guard interval detecting device of an OFDM(orthogonal frequency division modulation) system receiver includes an ADC(analog to digital converter)(310), a symbol starting position detector(320), a symbol starting position difference detector (330), a guard interval position detector(340), and an FFT(fast fourier transform) window position controller(360). The ADC(310) converts a received OFDM signal into a digital complex sample. The symbol starting position detector(320) detects a symbol starting part by using a guard interval length information among the complex samples. The symbol starting position difference detector(330) detects a difference of the symbol starting position and a symbol starting position delayed for a fixed symbol time. The guard interval length detector(340) compares a detected symbol starting position difference and a guard interval decision reference value, and detects a length of a guard interval. The FFT(fast fourier transform) window position controller(360) shifts a FFT window position by using the guard interval length and the symbol starting information, and activates a FFT in a shifted position.



COPYRIGHT 2001 KIPO

Legal Status

Date of final disposal of an application (19990823)

Patent registration number (1002343300000)

Date of registration (19990916)

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. <sup>8</sup> H04J 1/05		(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	1999년 12월 15일 10-0234330 1999년 09월 16일
(21) 출원번호 (22) 출원일자	10-1997-0050377 1997년 09월 30일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	특 1999-0027847 1999년 04월 15일
(73) 특허권자	삼성전자주식회사     윤종용 경기도 수원시 팔달구 매탄3동 416		
(72) 발명자	김동규 경기도 수원시 팔달구 매탄동 416 도상현 경기도 수원시 팔달구 매탄동 416 최형진 경기도 수원시 팔달구 매탄동 416		
(74) 대리인	권석훈, 이영필, 이상용		

심사관 : 정용주

## (54) OFDM 시스템 수신기의 보호 구간 종류 검출장치 및 그 방법

## 요약

본 발명은 직교 주파수 분할 다중화 시스템의 수신기 구조중 송신 심벌의 보호구간의 길이(종류)를 파악함으로써 심벌시작 검출기 및 FFT 윈도우 위치 제어기의 올바른 동작을 보장하는 데에 있다. 본 발명의 목적을 위하여 수신되는 OFDM 신호를 디지털 복소 샘플로 변환하는 아날로그-디지털 변환 수단, 아날로그-디지털 변환 수단으로 부터 출력된 복소 샘플중 보호 구간 길이 정보를 참조하여 심벌 시작 부분을 검출하는 심벌시작 위치 검출 수단, 심벌시작 위치 검출 수단으로부터 검출된 심벌 시작 위치와 소정 심벌 시간 동안 지연된 심벌 시작 위치간의 차를 검출하는 심벌시작위치차 검출수단, 심벌시작위치차 검출수단으로부터 검출된 심벌시작위치차와 소정의 보호 구간 판단 기준값을 비교하여 보호 구간의 길이를 검출하는 보호구간 길이 검출 수단, 보호구간 길이 검출 수단부에서 결정된 보호 구간 길이와 심벌시작 검출 수단에서 검출된 심벌 시작 정보로 FFT 윈도우 위치를 이동시켜 그 지점에서 FFT를 활성화 시키는 FFT 윈도우 제어수단을 포함한다. 본 발명에 의하면, OFDM 수신 장치에서 다양한 보호 구간 길이를 자동 검색함으로써 정확한 FFT 윈도우 복원을 수행할 수있다.

## 대표도

## 도2

## 명세서

## 도면의 간단한 설명

도 1은 일반적인 OFDM 시스템 수신 장치의 구성을 보이는 블록도이다.

도 2는 본 발명에 따른 OFDM 시스템 수신기의 FFT 윈도우 위치 복원 장치를 보이는 블록도이다.

도 3은 보호 구간의 모드(1/32모드, 1/16모드, 1/8모드, 1/4모드)에 따라 심벌 시작 위치가 천이되는 타이밍도이다.

## 발명의 상세한 설명

## 발명의 목적

## 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 직교 주파수 분할 다중화(Orthogonal Frequency Division Multiplexer: 이하 OFDM이라 칭함) 시스템에 관한 것으로서 특히 OFDM 수신기의 보호 구간 길이를 검출하는 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

도 1은 일반적인 OFDM 시스템 수신 장치의 구성을 보이는 블록도이며, ADC기(110), 심벌 시작 검출기(120), FFT 윈도우 위치 제어기(130), FFT기(140)로 구성된다.

우선, OFDM 신호의 심벌(Symbol)에 관해 고찰해보면 OFDM 시스템에서 사용하는 부반송파의 수가 N개일 때 심벌은 송신 역고속 푸리에 변환(Inverse Fast Fourier Transform: 이하 IFFT라 칭함)의 출력인 N개의 실호 데이터 샘플과 심벌간의 간섭을 방지하기 위하여 실호 구간 앞에 삽입하는 G개의 샘플 길

이를 가지는 보호 간격(Guard Interval)으로 구성된다. 즉, 송신기(도시안됨)에서는 IFFT에서 출력된 N개의 복소값과 이 중 마지막 G개(실호 구간의 후반부)를 복사후 추가적으로 실호구간 앞에 삽입하여 총 (G+N)개의 샘플로 이루어진 한 개의 심볼을 순차적으로 전송한다. 여기서 보호 간격의 길이는 일반적으로 채널의 확산 지연(Delay Spread)시간 보다 긴 값을 사용한다. 예를 들어, 유럽 디지털 TV 방송 규격에서는 실제 심볼 길이의 1/4, 1/8, 1/16, 1/32의 길이(이하, 각각을 1/4모드, 1/8모드, 1/16모드, 1/32모드라 함)를 갖는 보호 구간을 정의 하며, 송신측에서 이중의 하나를 선택하여 사용하게 된다. 수신기가 수신된 OFDM 신호를 복원하기 위해서는 타임 동기(time synchronization)가 정확히 수행되어야 한다. 타임 동기는 정확한 신호의 병렬 처리를 위한 FFT 윈도우 위치 복원과 수신 신호중 SNR(signal-noise-ratio:신호 대 잡음비)이 최대인 곳을 샘플링하기 위한 ADC(analog-to-digital converter)의 샘플링 클럭을 제어하는 샘플링 클럭 복원으로 이루어진다.

$$S_j = \sum_{n=-G}^{N-1} x_{j,n} = \sum_{n=-G}^{N-1} \sum_{k=0}^{N-1} X_{j,k} e^{j2\pi(N-n)k/N} + \sum_{n=0}^{N-1} \sum_{k=0}^{N-1} X_{j,k} e^{j2\pi nk/N}$$

수학식1은 송신기의 IFFT기(도시안됨)에서 출력된 실호구간과 보호구간으로 이루어진 j번째 심볼을 나타낸 것이다. 여기서 j는 심볼 번호이며, k는 반송파 인덱스(번호)이며, N는 실호 데이터의 샘플 개수이며, n은 샘플 시간을 의미하고  $X(\cdot)$ 와  $x(\cdot)$ 는 각각 송신 IFFT의 입력 복소 값과 출력 복소 값을 나타낸다. 수학 식1의 두번째식에서 첫째항은 보호 간격 부분이고, 둘째항은 실호 데이터 부분을 나타낸다.

도 1에 도시된 바와 같이 수신된 OFDM 신호는 아날로그-디지털 변환기(110)에서 샘플링이 수행된다. 심볼시작 검출기(120)는 보호구간 종류와 샘플링된 OFDM 신호를 이용하여 심볼의 시작 부분을 검출한다. FFT윈도우 제어기(140)는 심볼 시작 검출기(120)로부터 검출된 심볼 시작 정보와 보호구간 종류로부터 FFT기(140)의 실호 데이터 부분을 활성화 시키는 FFT 윈도우 시점을 지정한다. 그러나 지금까지는 보호구간의 종류를 검출할 수 있는 장치가 알려지지 않아 정확하게 보호구간의 종류를 검출하기 힘들므로 심볼시작 검출기(120) 및 FFT 윈도우 제어기(130)의 올바른 동작을 보장할 수 없다는 문제점이 있었다.

#### 발명이 이루고자하는 기술적 과제

본 발명이 이루고자하는 기술적과제는 OFDM 수신기에서 심볼 시작 검출의 출력 차를 이용하여, 시스템의 부하도 줄이면서 다양한 보호 구간 길이를 자동 검색함으로써 정확한 FFT 윈도우 복원을 수행하는 장치 및 그 방법을 제공하는 데 있다.

#### 발명의 구성 및 작용

상기의 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명은 N개의 실호 데이터 샘플과 G개의 보호 구간으로 이루어진 OFDM 심볼을 수신하여 FFT 윈도우 위치를 복원하는 OFDM 시스템 수신 장치에 있어서, 수신되는 OFDM 신호를 디지털 복소 샘플로 변환하는 아날로그-디지털 변환 수단; 상기 아날로그-디지털 변환 수단으로 부터 출력된 복소 샘플중 보호 구간 길이 정보를 참조하여 심볼 시작 부분을 검출하는 심볼 시작 위치 검출 수단; 상기 심볼시작 위치 검출 수단으로부터 검출된 심볼 시작 위치와 소정 심볼 시간 동안 지연된 심볼 시작 위치간의 차를 검출하는 심볼시작위치차 검출수단; 상기 심볼시작위치차 검출수단으로부터 검출된 심볼시작위치차와 소정의 보호 구간 판단 기준값을 비교하여 상기 보호 구간의 길이를 검출하는 보호구간 길이 검출 수단; 상기 보호구간 길이 검출 수단부에서 결정된 보호 구간 길이와 상기 심볼시작 검출 수단에서 검출된 심볼 시작 정보로 상기 FFT 윈도우 위치를 이동시켜 그 지정에서 FFT를 활성화 시키는 FFT 윈도우 제어수단을 포함하며, 상기 상기 심볼시작 위치 검출 수단으로 부터 검출된 심볼시작 위치를 2심볼 지연시키는 심볼 지연기; 상기 심볼시작 위치 검출 수단으로 부터 검출된 심볼시작 위치와 상기 심볼 지연기에서 출력되는 심볼시작 위치간의 차를 구하는 뺄셈기를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 시스템 수신기의 보호구간 종류 검출 장치.

이하 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명에 따른 실시예로서 유럽 디지털 지상파 방송 규격을 사용하여 설명하기로 한다.

도 2는 본 발명에 따른 OFDM 시스템 수신기의 FFT 윈도우 위치 복원 장치를 보이는 블록도이며, ADC기(310), 심볼 시작 위치 검출기(320), 심볼 시작위치차 검출기(330), 보호구간 길이 검출기(340), FFT 윈도우 위치 제어기(330), FFT기(370)로 구성되며, 상기 심볼 시작위치차 검출기(330)는 심볼 지연기(332), 뺄셈기(334), 절대값 계산기(336)로 구성된다.

도 3은 보호 구간의 모드(1/32모드, 1/16모드, 1/8모드, 1/4모드)에 따라 심볼 시작 위치가 천이되는 타이밍도이다. 여기서 심볼시작위치 검출검색주기는 심볼 시작 위치 검출기(320)의 위치 심볼시작 위치를 찾는 검색 주기를 나타낸다.

도 2 및 도 3를 참조하여 본 발명의 작용 및 효과를 설명하면 다음과 같다.

먼저, 도 2에 도시된 바와 같이 아날로그-디지털 변환기(310)은 입력되는 OFDM 신호를 샘플링하여 수학식 2와 같은 디지털 데이터로 변환한다. 여기서  $r(k)$ 는 샘플링된 복소 신호이고,  $r(t)$ 는 수신되는 OFDM 신호이고, k는 0, 1, 2, ... 이고, T는 아날로그-디지털 변환기(210)의 정격 샘플 주기이다.

$$r(k) = r(t), t = kT$$

심볼 시작 검출기(320)는 복소신호  $r(k)$ 를 입력하여 수신 신호간의 상호 상관값의 최대 위치를 찾거나 수신 신호를 양자화한 값의 상호 상관값이 최대인 지점을 찾는 방식등으로 심볼이 시작되는 부분

을 검출하며, 또한 심볼 시작 검출기(320)는 보호 구간의 길이를 최소 (실시예에서는 1/32모드)로 설정하여 수행시킨다. 따라서 보호 구간 길이를 연속하여 수행시킨 출력은 실제 보호 구간의 길이가 1/32 모드인 경우를 제외하고는 일정 간격으로 그 위치가 천이된다. 즉, 도 3에 도시된 바와 같이 보호 구간이 1/32모드인 경우에는 심볼 시작 위치간(이전심볼시작위치와 심볼 시작 위치)에 위치 천이가 없고, 1/16모드인 경우에는 심볼 시작 위치간(이전심볼시작위치와 심볼 시작 위치)에 유용 구간 길이의 1/32 만큼이, 1/8모드인 경우에는 심볼 시작 위치간(이전심볼시작위치와 심볼 시작 위치)에 유용 구간 길이의 3/32 만큼이, 1/4모드인 경우에는 심볼 시작 위치간에 유용 구간 길이의 7/32 만큼의 위상 천이가 발생한다. 그러나 실제의 수신 환경에서는 AWGN(Additive White Gaussian Noise)와 다중 경로 채널 등의 영향과 1/32모드 이외의 경우에는 최종 심볼 시작 위치값을 검출하는 미끄럼 윈도우 합산기(도시안됨))의 크기가 실제의 보호구간의 길이보다 작음으로 인하여 상기와 같은 인접 심볼간의 위치 천이 간격이 정확히 일어나지 못하고, 각 보호 구간의 종류에 따라 발생 가능한 위치 천이의 분포가 상당히 겹치게 되어 이 값을 이용한 보호 구간의 길이 검출을 수행 할 수 없다.

따라서 심볼 시작 위치차 검출기(330)는 심볼시작 검출기(320)로부터 검출된 심볼 시작 위치와 두 심볼 시간 동안 지연된 심볼 시작 위치간의 차를 검출한다. 즉, 심볼시작 위치 검출기(320)로부터 출력되는 심볼 시작 위치는 심볼 지연기(332)에서 2 심볼 기간 동안 지연된다. 심볼 지연기(332)에서 출력되는 심볼 시작 위치와 심볼시작 검출기(320)로부터 출력되는 심볼 시작 위치간의 차가 뱀셈기(334)에서 구해진다. 뱀셈기(334)에서 출력된 심볼 시작 위치 차값은 심볼 시작 지점의 위치 천이값이며, 본 발명에서는 심볼 시작 위치간의 차의 크기만을 이용하므로 절대값 계산기(336)에서 뱀셈기의 출력의 절대값을 계산한다. 보호구간 길이 검출기(340)는 심볼시작위치차 검출기(330)로부터 검출된 심볼시작위치차와 롬(ROM)등의 저장 수단에 미리 저장된 판단 기준값(보호구간길이 모드를 판단하는 최대 최소값)과 비교하여 해당하는 보호 구간의 길이를 검출한다. 본 발명의 실시예의 경우 보호구간 길이 검출기(340)는 심볼시작 위치차검출기(330)에서 검출되는 두심볼 지연된 심볼 시작 지점간(이전심볼시작위치와 심볼시작 위치)의 차(거리)가 20이내일 경우(도 3의 1/32모드부분) 1/32 모드의 보호구간 길이로, 심볼 시작 지점간의 차(거리)가 100이상 150이내인 경우(도 4의 1/16모드부분) 1/16 모드의 보호구간 길이로, 심볼 시작 지점간의 차(거리)가 350 이상 400이내인 경우(도 4의 1/8 모드부분) 1/8 모드의 보호구간 길이로, 심볼 시작 지점간의 차(거리)가 1000이내인 경우(도 4의 1/4 모드부분) 1/4 모드의 보호구간 길이로 결정한다.

보호 구간길이 검출기(340)의 보호 구간 길이 정보는 FFT 윈도우 위치 제어기(360)와 심볼 시작 위치 검출기(320)로 전달된다. 심볼 시작 위치 검출기(320)는 기존의 보호 구간 길이값을 보호 구간 길이 검출기(340)로부터 새로이 입력된 보호 구간의 길이로 변환되며, 변환된 보호 구간 길이 정보를 이용하여 심볼 시작 위치를 검출한 다음 그 값을 FFT윈도우 위치 제어기(360)로 전송한다.

따라서 FFT 윈도우 제어기(360)는 보호구간 길이 결정부(340)에서 결정된 보호 구간 길이와 심볼 시작 위치 검출기(320)로부터 검출된 심볼 시작 위치 정보를 가지고 FFT 윈도우 위치를 이동시켜 FFT기(370)의 FFT를 활성화 즉, 유효 데이터 부분만을 선택)시킨다. FFT기(370)는 ADC부(310)로 부터 발생하는 데이터를 FFT 윈도우 위치 제어기(360)에서 발생하는 FFT 윈도우 위치 제어 신호에 따라 고속 프리에 변환하여 FFT가 수행된 OFDM 신호를 출력한다.

#### 발명의 효과

상술한 바와 같이 본 발명에 의하면, OFDM 수신 장치에서 다양한 보호 구간 길이를 자동 검색함으로써 정확한 FFT 윈도우 복원을 수행할 수 있다.

#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1

N개의 실효 데이터 샘플과 G개의 보호 구간으로 이루어진 OFDM 심볼을 수신하여 FFT 윈도우 위치를 복원하는 OFDM 시스템 수신 장치에 있어서,

수신되는 OFDM 신호를 디지털 복소 샘플로 변환하는 아날로그-디지털 변환 수단;

상기 아날로그-디지털 변환 수단으로 부터 출력된 복소 샘플중 보호 구간 길이 정보를 참조하여 심볼 시작 부분을 검출하는 심볼시작 위치 검출 수단;

상기 심볼시작 위치 검출 수단으로부터 검출된 심볼 시작 위치와 소정 심볼 시간 동안 지연된 심볼 시작 위치간의 차를 검출하는 심볼시작위치차 검출수단;

상기 심볼시작위치차 검출수단으로부터 검출된 심볼시작위치차와 소정의 보호 구간 판단 기준값을 비교하여 상기 보호 구간의 길이를 검출하는 보호구간 길이 검출 수단;

상기 보호구간 길이 검출 수단부에서 결정된 보호 구간 길이와 상기 심볼시작 검출 수단에서 검출된 심볼 시작 정보로 상기 FFT 윈도우 위치를 이동시켜 그 지정에서 FFT를 활성화 시키는 FFT 윈도우 제어수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 시스템 수신기의 보호구간 종류 검출 장치.

##### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 심볼시작위치차 검출수단은

상기 심볼시작 위치 검출 수단으로 부터 검출된 심볼시작 위치를 2심볼 지연시키는 심볼 지연기;

상기 심볼시작 위치 검출 수단으로 부터 검출된 심볼시작 위치와 상기 심볼 지연기에서 출력되는 심볼시작 위치간의 차를 구하는 뱀셈기를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 시스템 수신기의 보호구간 종류 검출 장치.

### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 뱀셈기에서 출력되는 심볼시작 위치간의 차의 크기를 구하기 위하여 절대값으로 변환하는 절대값 계산기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 시스템 수신기의 보호구간 종류 검출 장치.

### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 심볼시작 위치 검출 수단의 초기 심벌 시작 지점은 보호 구간 길이를 1/32 모드로 설정되는 것을 특징으로 하는 OFDM 시스템 수신기의 보호구간 종류 검출 장치.

### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 심볼시작 위치차 검출 수단에서 검출된 심볼시작 위치차는 심볼 시작 지점의 위치 천이 정도인 것을 특징으로 하는 OFDM 시스템 수신기의 보호구간 종류 검출 장치.

### 청구항 6

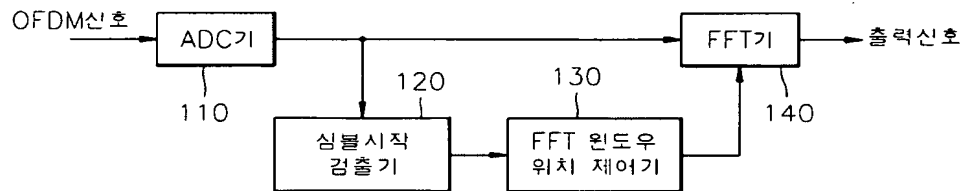
실호 데이터 구간과 보호 구간으로 이루어진 OFDM 심볼을 수신하는 OFDM 수신 장치에서 심볼 시작 부분을 찾아내는 보호 구간의 종류를 검출하는 방법에 있어서,

수신되는 OFDM 신호의 심볼 시작 위치와 적어도 두 심볼 시간 동안 지연된 심볼 시작 위치간의 차를 검출하는 과정;

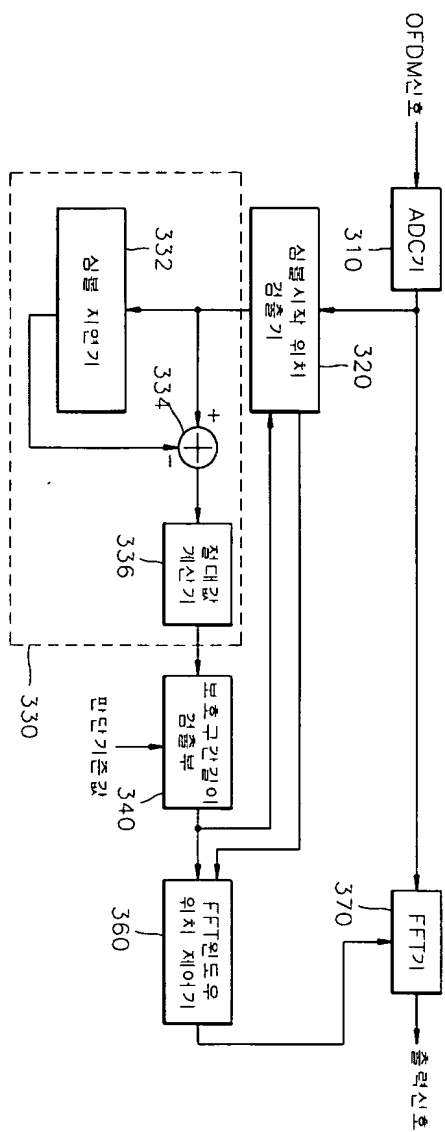
상기 과정에서 검출된 심볼시작위치차와 소정의 보호 구간 판단 기준값을 비교하여 상기 보호 구간의 길이를 검출하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 수신기의 보호구간 종류 검출 방법.

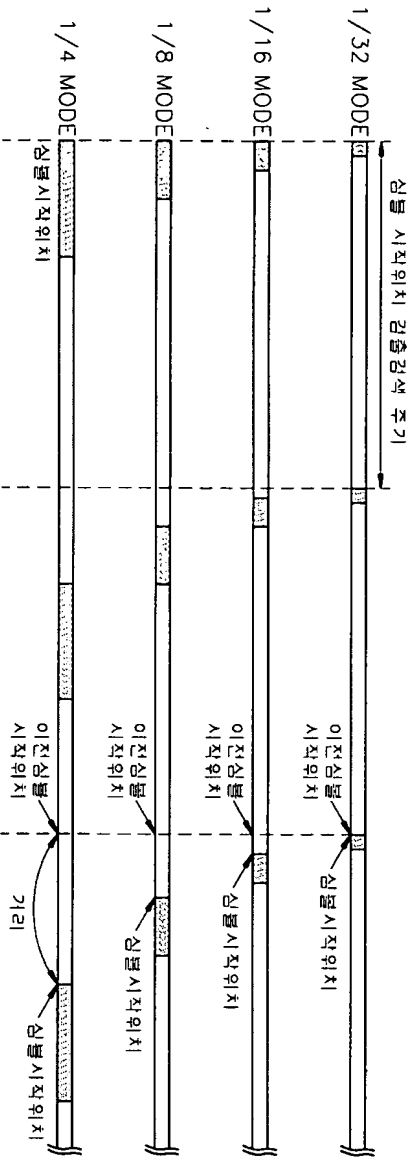
도면

도면1



도면2





도면3